

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-097415

(43)Date of publication of application : 03.04.2003

(51)Int.Cl.

F03D 9/00

F03D 1/02

F03D 1/04

F03D 1/06

F03D 11/04

(21)Application number : 2001-292480

(71)Applicant : FUJIN CORPORATION:KK

(22)Date of filing : 25.09.2001

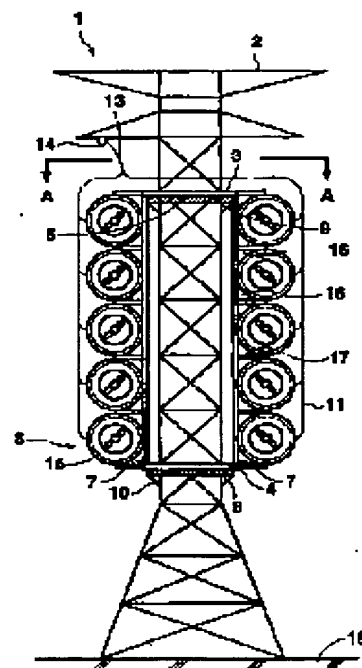
(72)Inventor : SUGIYAMA YUICHI

(54) AGGREGATE OF WIND POWER GENERATION DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a wind power generation device capable of reducing a site area required for its installation.

SOLUTION: An aggregate of the wind power generation device is constituted in such a way that a first frame like circular ring capable of rotating centered on a transmission tower and a second frame like circular ring capable of rotating centered on the transmission tower below the first frame are attached to an intermediate part of the transmission tower installed on the ground through bearings, respectively, the first frame and the second frame are mutually fixed by a pair of vertical frames, and the wind power generation device is fixed to respective vertical frames so that they are symmetrically arranged relative to each other centered on the transmission tower.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-97415

(P2003-97415A)

(43) 公開日 平成15年4月3日(2003.4.3)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
F 0 3 D 9/00		F 0 3 D 9/00	G 3 H 0 7 8
	1/02	1/02	B
	1/04	1/04	B
	1/06	1/06	A
審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 9 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2001-292480(P2001-292480)

(22) 出願日 平成13年9月25日(2001.9.25)

(71) 出願人 501280781

株式会社風神コーポレーション

東京都新宿区四谷2丁目14番4号

(72) 発明者 杉山 雄一

神奈川県足柄上郡山北町向原5058

(74) 代理人 100074675

弁理士 柳川 泰男

Fターム(参考) 3H078 A402 AA11 AA26 AA31 BB11

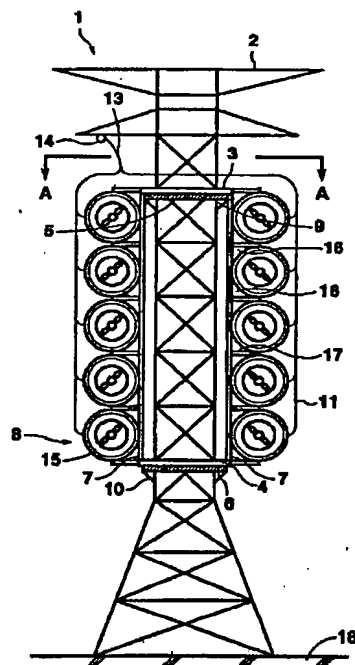
CC01 CC22 CC44 CC47

(54) 【発明の名称】 風力発電装置集合体

(57) 【要約】

【課題】 設置のために必要な敷地面積の小さい風力発電装置を提供すること。

【解決手段】 地上に設置された送電塔に、送電塔を中心として回転可能な円環状の第一フレームと、第一フレームより下方において送電塔を中心として回転可能な円環状の第二フレームとを、送電塔の中腹にそれぞれ軸受けを介して取り付け、第一フレームと第二フレームとを一对の垂直フレームにより互いに固定し、そして前記垂直フレームのそれぞれに、送電塔を中心として互いに対称的な配置となるよう風力発電装置を固定してなる風力発電装置集合体。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 地上に設置された送電塔に、送電塔を中心として回転可能な円環状の第一フレームと、第一フレームより下方において送電塔を中心として回転可能な円環状の第二フレームとを、送電塔の中腹にそれぞれ軸受けを介して取り付け、第一フレームと第二フレームとを一对の垂直フレームにより互いに固定し、そして前記垂直フレームのそれぞれに、送電塔を中心として互に対称的な配置となるよう風力発電装置を固定してなる風力発電装置集合体。

【請求項2】 送電塔に送電線を付設し、そして該送電線とそれぞれの風力発電装置とを電気的に接続することにより、風力発電装置が発電した電気エネルギーが送電線を通じて送電されることを特徴とする請求項1に記載の風力発電装置集合体。

【請求項3】 風力発電装置のそれぞれが、壁体の断面が前端部から後端部にかけて流線形をなす円筒状ダクト、該ダクトの内壁表面から立設された柱状部材によって固定された、ダクトの中心軸に沿って延びる、回転軸と発電機とを収容する筒状容器、そして回転軸の前端部に接続する羽根車を含む風力発電装置である請求項1に記載の風力発電装置集合体。

【請求項4】 垂直フレームのそれぞれに二個以上の風力発電装置が配置され、そして各風力発電装置の円筒状ダクトの周囲に空気流通路があることを特徴とする請求項3に記載の風力発電装置集合体。

【請求項5】 羽根車の直径が、0.3乃至5mの範囲にあることを特徴とする請求項3に記載の風力発電装置集合体。

【請求項6】 円筒状ダクトの中心軸方向の長さが、ダクト前端部での開口径の1.3乃至3.0倍の範囲にあることを特徴とする請求項3に記載の風力発電装置集合体。

【請求項7】 ダクト前端部での開口径が、ダクト後端部での開口径の1.0乃至1.5倍の範囲にある請求項3に記載の風力発電装置集合体。

【請求項8】 円筒状ダクトの壁体断面の前端部と後端部とを結ぶ直線に対して、外周側縁部と内周側縁部のいずれもが交差することがない請求項3に記載の風力発電装置集合体。

【請求項9】 回転軸と発電機とを収容する筒状容器が、ダクト後端部よりも、ダクトの中心軸方向の長さの5乃至50%の範囲の長さで突き出している請求項3に記載の風力発電装置集合体。

【請求項10】 羽根車が、2乃至5枚の羽根を有する請求項3に記載の風力発電装置集合体。

【請求項11】 地上に設置された送電塔に、送電塔を中心として回転可能な円環状の第一フレームと、第一フレームより下方において送電塔を中心として回転可能な円環状の第二フレームとを、送電塔の中腹にそれぞれ軸

受けを介して取り付け、第一フレームと第二フレームとを一对の垂直フレームにより互いに固定し、そして前記垂直フレームのそれぞれに、送電塔を中心として互に対称的な配置となるよう風力発電装置を固定することを特徴とする風力発電装置の設置方法。

【請求項12】 風力発電装置のそれぞれが、壁体の断面が前端部から後端部にかけて流線形をなす円筒状ダクト、該ダクトの内壁表面から立設された柱状部材によって固定された、ダクトの中心軸に沿って延びる、回転軸と発電機とを収容する筒状容器、そして回転軸の前端部に接続する羽根車を含む風力発電装置である請求項11に記載の風力発電装置の設置方法。

【請求項13】 垂直フレームのそれぞれに二個以上の風力発電装置が配置され、そして各風力発電装置の円筒状ダクトの周囲に空気流通路があることを特徴とする請求項12に記載の風力発電装置の設置方法。

【請求項14】 羽根車の直径が、0.3乃至5mの範囲にあることを特徴とする請求項12に記載の風力発電装置の設置方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、風力発電装置集合体に関する。

【0002】

【従来の技術】風力発電装置は、風により羽根車を回転させ、この回転エネルギーを発電機により電気エネルギーに変換して発電する装置である。風力発電装置は、風をエネルギー源とするために、発電のために特別なエネルギー源（石油燃料や核燃料など）を確保する必要がない、さらに発電により環境汚染物を生じないなどの大きな利点を有するが、発電量が小さいという問題がある。風力発電装置により大きな発電量を得るために、多くの量の風が羽根車に当たるよう、羽根車の直径を大きくすることが一般的である。そして、直径が数十mにも及ぶ羽根車を備えた大型の風力発電装置が実用化されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】前記のように、大きな発電量を得るために、直径が大きな羽根車を有する大型の風力発電装置が用いられるが、その設置には新たに広い敷地が必要となる。また、風力発電装置には、風力発電装置が設置される場所の気象条件の変動により、発電される電気エネルギーの大きさにばらつきを生じる問題がある。本発明の目的は、設置のために必要な敷地面積の小さい風力発電装置を提供することにある。本発明の目的はまた、風力発電により、気象条件の変動に対しても安定に電気エネルギーを供給することにある。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明者は、送電塔に小型の風力発電装置を複数個設置して集合体を構成するこ

10

20

30

40

50

とにより、風力発電装置を設置するための広い敷地を不要とできることを見出した。また、多数の送電塔のそれぞれに風力発電装置を設置することにより、ある一つの送電塔の設置場所における気象条件が悪化（例えば、長時間にわたり風の速度が低下した場合など）して風力発電装置の発電量が低下した場合にも、これとは別の気象条件の良い場所に設置された送電塔の風力発電装置が発電した電気エネルギーを送電することができる。従って、このような風力発電装置集合体を多数用いることにより、全体としては気象条件の変動の影響を受け難くなり、安定した電気エネルギーの供給が可能となる。

【0005】本発明は、地上に設置された送電塔に、送電塔を中心として回転可能な円環状の第一フレームと、第一フレームより下方において送電塔を中心として回転可能な円環状の第二フレームとを、送電塔の中腹にそれぞれ軸受けを介して取り付け、第一フレームと第二フレームとを一对の垂直フレームにより互いに固定し、そして前記垂直フレームのそれぞれに、送電塔を中心として互に対称的な配置となるよう風力発電装置を固定してなる風力発電装置集合体にある。本発明の風力発電装置集合体の好ましい態様は、下記の通りである。

【0006】（1）送電塔に送電線を付設し、そして該送電線とそれぞれの風力発電装置とを電気的に接続することにより、風力発電装置が発電した電気エネルギーが送電線を通じて送電される。

（2）風力発電装置のそれぞれが、壁体の断面が前端部から後端部にかけて流線形をなす円筒状ダクト、該ダクトの内壁表面から立設された柱状部材によって固定された、ダクトの中心軸に沿って延びる、回転軸と発電機とを収容する筒状容器、そして回転軸の前端部に接続する羽根車を含む風力発電装置である。

（3）前記の垂直フレームのそれぞれに二個以上の風力発電装置が配置され、そして各風力発電装置の円筒状ダクトの周囲に空気流通路がある。

（4）前記の羽根車の直径が、0.3乃至5mの範囲にある。

【0007】（5）前記の円筒状ダクトの中心軸方向の長さが、ダクト前端部での開口径の1.3乃至3.0倍の範囲にある。

（6）前記のダクト前端部での開口径が、ダクト後端部での開口径の1.0乃至1.5倍の範囲にある。

（7）前記の円筒状ダクトの壁体断面の前端部と後端部とを結ぶ直線に対して、外周側縁部と内周側縁部のいずれもが交差することがない。

（8）前記の回転軸と発電機とを収容する筒状容器が、ダクト後端部よりも、ダクトの中心軸方向の長さの5乃至50%の範囲の長さで突き出している。

（9）前記の羽根車が、2乃至5枚の羽根を有する。

【0008】本発明はまた、地上に設置された送電塔に、送電塔を中心として回転可能な円環状の第一フレー

ムと、第一フレームより下方において送電塔を中心として回転可能な円環状の第二フレームとを、送電塔の中腹にそれぞれ軸受けを介して取り付け、第一フレームと第二フレームとを一对の垂直フレームにより互いに固定し、そして前記垂直フレームのそれぞれに、送電塔を中心として互に対称的な配置となるよう風力発電装置を固定することを特徴とする風力発電装置の設置方法にもある。本発明の風力発電装置の設置方法の好ましい態様は、下記の通りである。

【0009】（1）風力発電装置のそれぞれが、壁体の断面が前端部から後端部にかけて流線形をなす円筒状ダクト、該ダクトの内壁表面から立設された柱状部材によって固定された、ダクトの中心軸に沿って延びる、回転軸と発電機とを収容する筒状容器、そして回転軸の前端部に接続する羽根車を含む風力発電装置である。

（2）垂直フレームのそれぞれに二個以上の風力発電装置が配置され、そして各風力発電装置の円筒状ダクトの周囲に空気流通路がある。

（3）羽根車の直径が、0.3乃至5mの範囲にある。

【0010】

【発明の実施の形態】本発明の風力発電装置集合体を、添付の図面を用いて説明する。図1は、本発明の風力発電装置集合体の一例の構成を示す正面図である。図2は、図1に示す正面図に記入したA-Aを結ぶ方向に沿って切断した風力発電装置集合体の上面図である。図1及び図2に示す本発明の風力発電装置集合体1は、地上に設置された送電塔2に、送電塔2を中心として回転可能な円環状の第一フレーム3と、第一フレーム3より下方において送電塔2を中心として回転可能な円環状の第二フレーム4とを、送電塔2の中腹にそれぞれ軸受け5及び6を介して取り付け、第一フレーム3と第二フレーム4とを一对の垂直フレーム7により互いに固定し、そして垂直フレーム7のそれぞれに、送電塔2を中心として互に対称的な配置となるよう風力発電装置8を固定して構成される。軸受け5及び6のそれぞれは、送電塔2に付設された軸受け支持部材9及び10を介して送電塔に固定されている。それぞれの風力発電装置8が風を受けて発電すると、発電された電気エネルギーは、集電ケーブル11を通じて集められ、送電ケーブル13から出力される。

【0011】また、風力発電装置8が受ける風の向きが変化した場合に、風力発電装置が風に向うように、風力発電装置やフレームの適当な位置（例えば、第一フレームの上部など）に垂直安定板（フィン）を設けることが好ましい。垂直安定板を設けることにより、風の向きが変化した場合に軸受け5及び6が滑り、風力発電装置が備えられたフレーム全体が、風力発電装置が風に向かうように回転する。

【0012】第一フレーム3及び第二フレーム4を支持する軸受け5及び6の種類に特に制限はなく、転がり軸

受け、すべり軸受けのいずれも用いることができる。また、風力発電装置が配置されたフレームが、送電塔を中心として360度以上回転すると、送電ケーブル13にねじれを生じるため、軸受けに円環状のスリップリングを設けて、集電ケーブルと送電ケーブルを、スリップリングを介して電氣的に接続することも好ましい。また、フレームの回転角が一定の角度以上になった場合に、回転角度を小さくするように、フレームを強制的に回転させる手段を設けることも好ましい。

【0013】本発明で用いる送電塔2の種類に特に制限はなく、送電鉄塔、送電鉄柱など公知の送電塔を用いることができる。送電鉄塔は、鉄塔の形状から、トラス鉄塔、四角鉄塔、方形鉄塔、えぼし形鉄塔、門形鉄塔、回転鉄塔、MC鉄塔などに分類される。送電鉄柱は、鉄柱の構造から、四角鉄柱、三角鉄柱、鋼管鉄柱、バンザマスト鉄柱などに分類される。また、送電塔には、コンクリート柱も含まれる。本発明の風力発電装置集合体には、このような送電塔のいずれも用いることができる。送電塔については、電気工学ハンドブック（電気学会編、24編第6章）に記載がある。

【0014】近年、送電塔には設置場所における景観との調和が求められ、モノポール型鉄塔、ラーメン型鉄塔などの美観に優れる環境調和鉄塔が開発されている。本発明の風力発電装置集合体は、このような環境調和鉄塔にも好ましく用いることができる。図3に、モノポール型鉄塔を利用して構成された、本発明の風力発電装置集合体の別の一例の構成の正面図を示す。図3に示す風力発電装置集合体の構成は、送電塔の種類が異なること以外は、図1に示す風力発電装置と同様である。このように、風力発電装置集合体の設置場所における景観との調和を図るためには、モノポール型鉄塔を用いることが好ましい。なお、図3においては、風力発電装置と送電線とを接続する電気配線（集電ケーブル及び送電ケーブル）の記載は略する。

【0015】また、送電塔2は、新たに設置してもよいが、風力発電装置集合体を設置するための新たな敷地を要しないため、既設の送電塔を利用することも好ましい。送電塔2には、送電線14を付設し、そして送電線14とそれぞれの風力発電装置8とを電氣的に接続することにより、風力発電装置8が発電した電気エネルギーを送電線14を通じて送電することが好ましい。

【0016】そして図1に示すように、垂直フレーム7のそれぞれに、送電塔2を中心として風力発電装置を互いに対称的に配置することにより、垂直フレーム7のそれぞれに配置された風力発電装置の自重による曲げモーメントを釣り合わせ、送電塔2や軸受け5及び6に加わる曲げモーメントを小さくすることができる。曲げモーメントを小さくすることにより、送電塔や軸受けに必要とされる機械的強度が小さくて済むので、小規模の風力発電装置集合体を低コストで提供できる。また、風力発

電装置8が固定されるフレームの強度を高くするために、第一フレームと第二フレームとを互いに固定する補助フレームをさらに付設することも好ましい。また、垂直フレーム同士を互いに固定するように環状の補助フレームを付設することも好ましい。

【0017】以上のように、本発明においては、送電塔に風力発電装置を設置して風力発電装置を構成するため、従来の風力発電装置のように、風力発電のために広い敷地を確保する必要がない。特に、既設の送電塔を利用して本発明の風力発電装置集合体を構成する場合、本発明の風力発電装置集合体を設置するために、新たな敷地を確保する必要が全く無いという大きな利点がある。そして、送電塔を多数設置して、それぞれの送電塔を利用して本発明の風力発電装置集合体を構成することにより、ある一つの送電塔の設置場所における気象条件が悪化して、風力発電装置の発電量が低下しても、これとは別の気象条件の良好な場所に設置された送電塔の風力発電装置が発電した電気エネルギーを送電できる。従って、このような風力発電装置集合体を多数の送電塔を利用して構成することにより、全体としては気象条件の変動の影響を受け難くなり、安定した電気エネルギーの供給が可能となる。

【0018】本発明で用いる風力発電装置の種類に特に制限はなく、公知の風力発電装置を用いることができる。風力発電装置としては、小型（直径が概ね10m程度以下）の羽根車を有する風力発電装置が好ましく、特に、図1に示すように、羽根車の周囲にダクト15を有する風力発電装置が好ましい。このような風力発電装置8は、ボルトなどの適当な固定手段を用いて垂直フレーム7に直接固定して配置してもよいし、垂直フレーム7に支持部材17などを付設して、支持部材17と風力発電装置8を固定して配置してもよい。

【0019】次に、本発明の風力発電装置集合体に好ましく用いられるダクトを有する風力発電装置について説明する。図4は、風力発電装置の一例の構成を示す部分断面図である。また、図5に、図4で示す風力発電装置の正面図を示す。図4および図5に示す風力発電装置は、壁体の断面21が前端部から後端部にかけて流線形をなす円筒状ダクト15、ダクト15の内壁表面から立設された柱状部材22によって固定されたダクト15の中心軸に沿って延びる筒状容器23を有する。そして筒状容器23には、回転軸24と発電機25とが収容され、回転軸24の前端部には羽根車26が接続されている。羽根車26は、風を受ける羽根27を2枚有している。そして、発電機25から電気エネルギーを取り出すために、発電機25と集電ケーブル11とが電氣的に接続されている。

【0020】このような風力発電装置は、円筒状ダクトにより、ダクト前面から内部に流入した風の速度を2倍以上に増速させる。風のエネルギーは、風速の3乗に比

例し、そして発電の効率は、羽根車が受ける風のエネルギーに比例する。従って、本発明で用いる風力発電装置の発電効率は、ダクトを用いない場合に比べて8倍以上となる。

【0021】このような発電効率の高い風力発電装置を用いることにより、送電塔に配置する風力発電装置の数を大幅に少なくすることができ、風力発電装置集合体を小規模に構成することができる。具体的には、風速が10m/秒程度の場合、直径が3.6m程度の羽根車を備えた、ダクトを有しない風力発電装置の発電量は2kW程度であるが、直径が1.8m程度の羽根車を備えた、ダクトを有する風力発電装置の発電量は10kW程度である。従って、例えば、100kWの電力が必要とされる場合、ダクトを有しない風力発電装置を用いて集合体を構成するには、風力発電装置が50個程度必要であるが、ダクトを有する風力発電装置を用いて集合体を構成するには、風力発電装置を10個程度用いるだけでよい。

【0022】なお、本発明の風力発電装置集合体における風力発電装置の数や配置は、風力発電装置が、送電塔を中心として対称的な配置となるよう垂直フレームに固定されている限り特に制限はない。例えば、100kW程度の発電量を得るためには、図1に示すように、それぞれの垂直フレームに5個の風力発電装置を配置することが好ましい。この場合、100kWの発電量を得るための風力発電装置の羽根車の直径は、1.8m程度でよい。また、300kW程度の発電量を得るには、垂直フレームに配置する風力発電装置の数を増やしても良いが、羽根車の直径を2.4mとして、それぞれの垂直フレームに4個の風力発電装置を配置することが好ましい。

【0023】本発明の風力発電装置集合体は、必要とされる電力量に応じて、垂直フレームに設置する風力発電装置の数を増減することができる。風力発電装置の数を増減するには、それぞれの垂直フレームに配置される風力発電装置の縦方向（垂直フレームの長手方向）の数を増減すればよい。また、図6に示すように、横方向（水平方向）に風力発電装置をさらに増設しても良い。また、図7に示すように、風力発電装置が送電塔を中心として対称的に配置されるように、風力発電装置を千鳥状に配置することもできる。

【0024】本発明にダクトを有する風力発電装置を用いた場合、円筒状ダクトの外周面が受けた風の力により生じる、軸受けの回転軸を中心とするモーメントにより軸受けを滑らせ、風力発電装置が配置されたフレーム全体を、風力発電装置が風に向うように回転させることができる。このためには、ダクト15の側面から風が当たった場合の風圧抵抗中心が、軸受けの回転軸と一致しないように、風力発電装置を送電塔に配置することが好ましい。即ち、風力発電装置集合体を側面から見た場合

に、ダクトの前面、軸受けの中心軸、そして風圧抵抗中心がこの順に配置されるように、あるいは、軸受けの中心軸、ダクトの前面、そして風圧抵抗中心がこの順に配置されるように、風力発電装置を垂直フレームに固定することが好ましい。また、風力発電装置集合体の適当な位置（例えば、ダクトの外周面の上部もしくは第一フレームの上部）に、さらに垂直安定板を設けることも好ましい。

【0025】図4に示すように、本発明に好ましく用いられる風力発電装置は、壁体の断面21が前端部から後端部にかけて流線形をなす円筒状ダクト15により、ダクトの前面側から内部に流れ込んだ風を増速し、高い発電効率を得ている。以下に、このような風力発電装置の発電効率を高くするための好ましい態様について記載する。

【0026】風力発電装置8の円筒状ダクト15の中心軸方向の長さ（ L_1 ）は、ダクト前端部での開口径（ D_1 ）の1.3乃至3.0倍の範囲にあることが好ましい。風力発電装置8のダクトの中心軸方向の長さ

（ L_1 ）を長くすることで発電効率が高くなる理由については、幾つか推測することができる。従来から、羽根車の直径を大きくしてより多くの風を受けたり、ダクトの壁体の内周側縁部を流線形として、ダクトの前面側から内部に流れ込んだ風を増速し、この増速した風を羽根車で受けることにより、風力発電装置の発電効率をある程度高くできることは知られている。発電効率を高めるこれらの方法においては、羽根車が受ける風のみが注目されている。即ち、羽根車を通過後の風は、羽根車の回転には用いられないので、発電効率を高める検討において、特に注目されていなかった。

【0027】本発明者は、羽根車を通過後の風の流れと、ダクトの形状との関係について詳細な検討をした。その結果、羽根車を通過後の風の流れが乱れる（渦の発生など）と、風に進行方向以外の速度成分が生じて、ダクト内部の羽根車の後方において風の流れが遅くなることがわかった。羽根車の後方における風の乱れは、様々な場所で生じる。風の乱れの例としては、ダクト15、筒状容器23、または柱状部材22の後方で生ずる後流、あるいは、ダクト内面、筒状容器表面、柱状部材表面から風が剥離することにより生じるカルマン渦などが挙げられる。

【0028】ダクト内部の羽根車の後方において風の流れが遅くなると、ダクトの壁体の断面形状が流線形でも、ダクト前面側から内部に流れ込んだ風が増速し難くなる。ダクトの中心軸方向の長さを、ダクト前端部での開口径に対して長くすることにより、羽根車の後方における風の乱れが生じる位置を、羽根車の設置された位置より十分後方に移すことができる。従って、ダクトの前面側から内部に流れ込んだ風は、羽根車に到達するまでに十分に増速することができる。

【0029】さらに風力発電装置を高発電効率とするために、羽根車の後方における風の乱れを防止し、ダクトの前面側から内部に流れ込んだ風を十分増速するために、円筒状ダクト15の壁体の断面21の前端部と後端部とを結ぶ直線に対して、外周側縁部と内周側縁部のいずれも交差しないことが好ましい。

【0030】また、ダクトの外周面において渦が発生すると、発生した渦がダクトの後方（羽根車の後方）に移動することがある。従って、外周面における渦の発生を防止するため、壁体の断面の外周側縁部も流線形とすることがさらに好ましい。このように、本発明で用いる風力発電装置は、発電効率を高くするために、ダクトの外周面を流れる風も利用することが好ましい。従って、本発明の風力発電装置集合体においては、それぞれの風力発電装置のダクトの周囲には空気流通路があることが好ましい。従って、図1及び図3に示す本発明の風力発電装置集合体において、風力発電装置8の周囲には、空気流通路16があることが好ましい。同様に、図6及び図7に示す本発明の風力発電装置集合体においても、風力発電装置8の周囲には、空気流通路16があることが好ましい。

【0031】なお、壁体断面の内周側縁部の形状を、ダクト前面側から内部に流れ込んだ風を、ダクトの内部で乱れを生じさせずに増速するという目的の範囲内で変形した形状は、本発明でいう「流線形」に含まれる。そして外周側縁部の形状を、渦の発生を防止するという目的の範囲内で変形した形状は、本発明でいう「流線形」に含まれる。このような変形の例として、ダクトの外周側縁部の形状が、ダクトの前端から後端に達するまでの一部において流線形をなしている場合が挙げられる。外周側縁部の形状の一部が流線形であれば、渦の発生をある程度は抑えられる。さらに、外周側縁部の形状について、本発明でいう「流線形」には、特別な場合として、直線（壁体の断面の前端部と後端部とを結ぶ直線に一致する）も含まれる。

【0032】風力発電装置のダクトの壁面の断面形状としては、航空機分野で詳細に検討されている公知の翼の形状を用いることができる。ダクトの断面形状として好ましい翼の例としては、NACA65, -618 ($a=0.5$)、NACA64, -618、NACA63, -618、FX61-184、およびFX66-S-196V1が挙げられ、NACA65, -618 ($a=0.5$)の翼が特に好ましい。

【0033】また、図4に示すように、回転軸24と発電機25とを収容する筒状容器23が、ダクト15の後端部よりも、ダクトの中心軸方向の長さ(L_1)の5乃至50%の範囲の長さで突き出していることが好ましく、5乃至40%の範囲の長さで突き出していることがさらに好ましい。ダクトの後端部から筒状容器を突き出すことで、筒状容器の後端から発生する後流（もしくは

カルマン渦など）をダクトの外で発生させ、羽根車の後方の風の乱れをさらに防止することができる。また、ダクトの後端と筒状容器の後端とが近い位置に配置されると、それぞれの後端付近から発生する渦が合成されてより大きな渦となり、羽根車の後方の風の流れを悪くするため、筒状容器は、ダクトの中心軸方向の長さの5%以上の長さで突き出すことが好ましく、10%以上の長さで突き出すことがさらに好ましい。

【0034】さらに、ダクト内部において風を増速させるため、ダクト前端部での開口径(D_1)を、ダクト後端部での開口径よりやや大きくすることも好ましく、ダクト前端部での開口径は、ダクト後端部での開口径の1.0乃至1.5倍の範囲にあることが好ましい。そして、ダクトの壁体の断面形状による風を増速効果を高めるため、ダクト前端部での開口径(D_1)が、ダクトの最小の内径(D_2)に対して1.5乃至3.0倍の範囲にあることが好ましい。

【0035】そして、ダクトの壁体の断面形状により増速した風のエネルギーを効率良く羽根車に伝えるため、羽根車を、ダクトの内径が最小になる位置からダクト中心軸に沿って、ダクトの中心軸方向の長さの±25%の範囲の位置に配置することが好ましく、±15%の範囲の位置に配置することがさらに好ましい。

【0036】一方、羽根車の前方において風の乱れが生じると、羽根車の受ける（羽根車を回転させる）風のエネルギーが小さくなるため、羽根車の中心軸の前端部が、円錐形状もしくは側面が膨らんだ円錐形状をなしている（このような形状をした部分は、一般にコーンと呼ばれている）ことが好ましい。コーン28とダクト15は、どちらもダクト内部を通る風の流路を狭める働きをするので、羽根車26の受ける風の速度をより速くすることができる。

【0037】羽根車26には、羽根27を2乃至5枚の範囲で設けることが好ましい。羽根車の羽根が1枚であると、羽根が受ける風の量が小さく発電効率が低い。そして、羽根の数が増加するに従い、羽根から発生する渦が多くなり発電効率が低下し、加えて羽根の回転による騒音も大きくなる。従って、羽根車の羽根の枚数は、実用的には、前記の範囲にあることが好ましい。また、羽根車の直径が大きいと、必然的に風力発電装置が大型化し、重量も大きくなるため、羽根車の直径は0.3乃至5mの範囲にあることが好ましい。

【0038】このような風力発電装置のダクト内部における風を増速する効果を確認するため、計算機シミュレーションを行った。計算機シミュレーションにおいては、円筒状ダクトの最小の内径 D_2 を1800mm、ダクト前端部での開口径 D_1 を3166mm、ダクトの最大の外径 D_3 を3622mm、ダクトの中心軸方向の長さ L_1 を5000mmとした。また、ダクト前端部での開口径とダクト後端部での開口径とは、互いに等しくし

た。なお、発電機が収容された筒状容器は、ダクト後端部から1000mm(L₁)突き出させた。

【0039】羽根車26に羽根27を取り付けた状態では、計算機シミュレーションに非常に複雑な計算を要するため、羽根を取り付けない状態（コーン28は取り付けられた状態）でのシミュレーションを行った。図4に、ダクト前面側の風速を1とした場合のダクト内部における風速値の計算結果を記載した。図4に示したダクト15の内部において、横に数字が記載された細い線は、風速が等しい場所を意味している。そして、線に添えて記載した数値は、計算した風速値である。

【0040】この計算機シミュレーション結果から、羽根車26を、ダクト15の内径が最小となる位置（ダクト前面から2250mmの位置）からダクト中心軸に沿って、ダクトの中心軸方向の長さの5%の距離（250mm）前方に位置するように設置した場合、ダクトの前面側から内部に流れ込んだ風は、羽根の先端付近で2.6倍に増速されることがわかる。風のエネルギーは、風速の3乗に比例し、そして発電の効率は、羽根車が受ける風のエネルギーに比例する。従って、本発明で用いる風力発電装置8の発電効率は、ダクトを用いない場合に比べて17倍程度になることが推測される。

【0041】

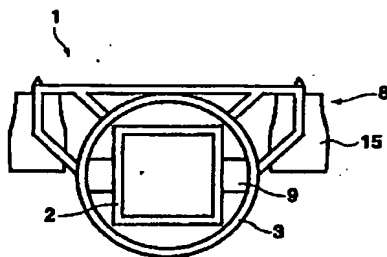
【発明の効果】本発明の風力発電装置集合体は、送電塔に風力発電装置を付設して構成されるため、風力発電のための広い敷地を確保する必要がない。さらに、既設の送電塔を利用して集合体を構成すると、本発明の風力発電装置を利用した風力発電、そして送電のために新たに敷地を確保する必要が全くない。送電塔を多数設置し、それぞれの送電塔を利用して本発明の風力発電装置集合体を構成することにより、風力発電により、（気象条件の変動の影響を受け難い）安定した電気エネルギーの供給が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の風力発電装置集合体の一例の構成を示す正面図である。

*

【図2】



*【図2】図1に示す正面図に記入したA-Aを結ぶ方向に沿って切断した風力発電装置集合体の上面図である。

【図3】本発明の風力発電装置集合体の別な一例の構成を示す正面図である。

【図4】本発明で用いる風力発電装置の一例の構成を示す断面図である。

【図5】図4に示す風力発電装置の正面図である。

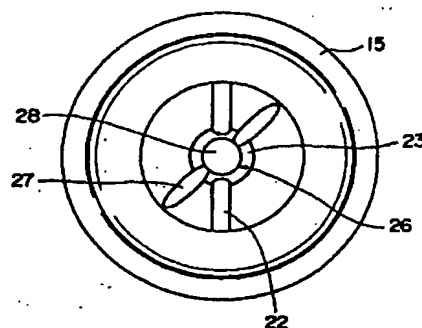
【図6】本発明の風力発電装置集合体のさらに別な一例の構成を示す正面図である。

【図7】本発明の風力発電装置集合体のさらに別な一例の構成を示す正面図である。

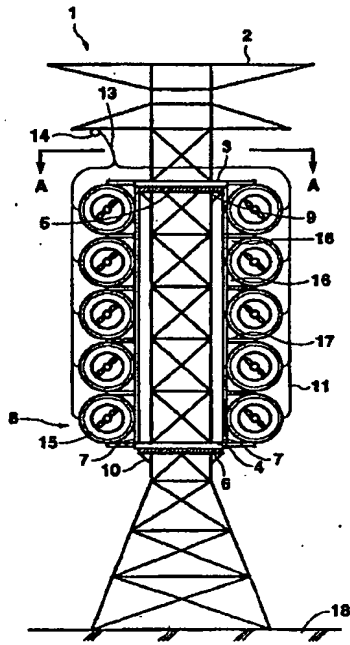
【符号の説明】

- 1 風力発電装置集合体
- 2 送電塔
- 3 第一フレーム
- 4 第二フレーム
- 5、6 軸受け
- 7 垂直フレーム
- 8 風力発電装置
- 9、10 軸受け支持部材
- 11 集電ケーブル
- 13 送電ケーブル
- 14 送電線
- 15 円筒状ダクト
- 16 空気流通路
- 17 支持部材
- 18 地面
- 21 壁体断面
- 22 柱状部材
- 23 筒状容器
- 24 回転軸
- 25 発電機
- 26 羽根車
- 27 羽根
- 28 コーン

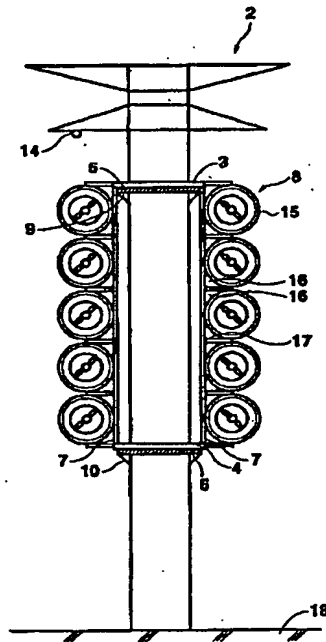
【図5】



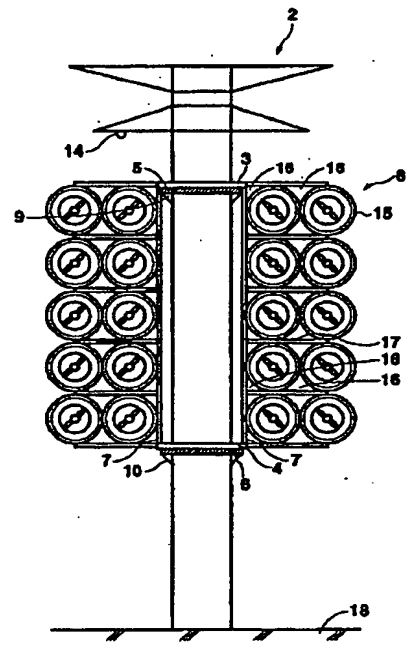
【図1】



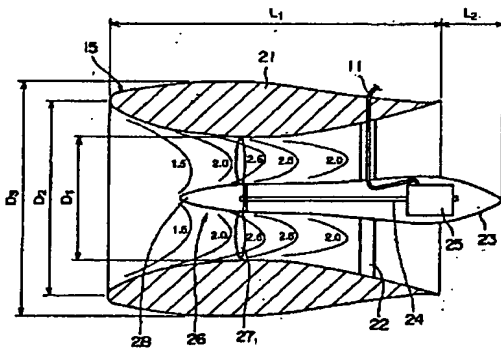
【図3】



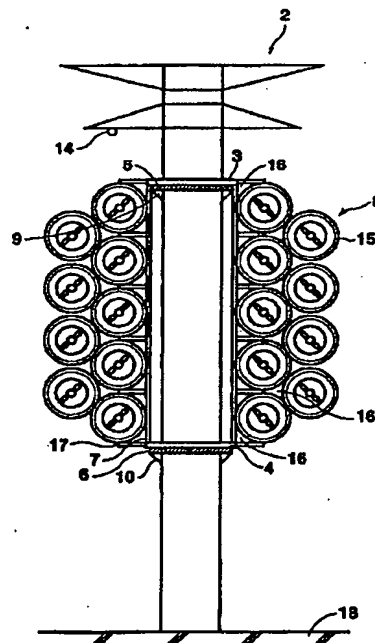
【図6】



【図4】



【図7】



(9)

特開2003-97415

フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷
F 0 3 D 11/04

識別記号

F I
F 0 3 D 11/04

キーワード(参考)
A

()

)